

IB04/S1525



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 06 SEP 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingerelichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03102691.7

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03102691.7  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 04.09.03  
Date de dépôt:

## Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards  
GmbH  
Steindamm 94  
20099 Hamburg  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Vorrichtung und Verfahren zur Darstellung von Ultraschallaufnahmen eines Gefäßes

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

A61B8/00

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignés lors du dépôt:

AT BE CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL PT  
RO SE SI SK TR LI BG

## BESCHREIBUNG

### Vorrichtung und Verfahren zur Darstellung von Ultraschallaufnahmen eines Gefäßes

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Darstellung eines Gefäßes mit Hilfe von Ultraschallaufnahmen, wobei das Gefäß einer zyklischen Eigenbewegung unterliegt.

5

Bei Katheteruntersuchungen des Herzens werden in der Regel mehrere angiografische Röntgenaufnahmen des Herzens aus verschiedenen Richtungen erzeugt, wobei während der Aufnahmen typischerweise ein Kontrastmittel injiziert wird. Die so erhaltenen Angiogramme des Gefäßsystems können dann zum Beispiel helfen, den Ort einer zu behandelnden Läsion zu

- 10 lokalisieren, oder sie können als (statische) Gefäßkarten für die Navigation eines Katheters beim anschließenden medizinischen Eingriff dienen.

- Darüber hinaus werden sogenannte intravaskuläre Ultraschallsonden (IVUS-Sonden) eingesetzt, welche zum Beispiel mittels eines Katheters durch ein Gefäß geführt werden und Ultraschall-Schnitbilder quer zur Gefäßachse erzeugen können. Häufig werden mit einer IVUS-Sonde Ultraschallaufnahmen in einer sogenannten Rückzugssequenz erzeugt. Dabei wird die IVUS-Sonde mit definierter Geschwindigkeit im Gefäß zurückgezogen, während sie gleichzeitig eine Serie von Ultraschallbildern aufnimmt. Die IVUS-Aufnahmen liefern wertvolle Zusatzinformationen über das Gefäß bzw. eine Gefäßläsion, beispielsweise die Länge eines von einer 15 Erkrankung betroffenen Gefäßabschnittes, die minimale/maximale Dicke eines Gefäßes, den Typus einer Ablagerung und dergleichen.

- Aus der US 6 148 095 ist ein Verfahren zur Rekonstruktion dreidimensional gewundener Gefäße wie beispielsweise der Herzkrankgefäß bekannt, bei welchem zunächst aus biplanaren Angiografien der dreidimensionale Gefäßverlauf rekonstruiert wird, welcher anschließend mit den zweidimensionalen Schnittbildern einer IVUS-Rückzugssequenz kombiniert wird. Durch das Verfahren wird zwar eine gute Rekonstruktion des dreidimensionalen Gefäßver-

laufes möglich, jedoch ist das Ergebnis eine statische Darstellung des Gefäßbaumes, bei welcher Eigenbewegungen und Deformationen aufgrund des Herzschlages und/oder der Atmung nicht erkennbar sind. Bei der Navigation eines Katheters mit einer Interventionsvorrichtung wie beispielsweise eines Stents oder eines Ballons zu einer Läsion während eines medizinischen Eingriffs muss der behandelnde Arzt daher die aktuellen fluoroskopischen Aufnahmen des Katheters gedanklich mit dem statischen dreidimensionalen Gefäßmodell korrelieren, um die in den IVUS-Aufnahmen enthaltene Information ausnutzen zu können.

Vor diesem Hintergrund war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Mittel zur Darstellung eines Gefäßes bereitzustellen, die eine komfortablere und einem laufenden medizinischen Eingriff ständig angepasste Ausnutzung von Informationen aus intravaskulären Ultraschallaufnahmen erlauben.

Diese Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 2, sowie durch Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 bzw. 11 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

Die der Darstellung eines Gefäßes bzw. eines Ausschnittes aus einem Gefäßsystem dienende Vorrichtung enthält gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung die folgenden Komponenten:

- a) Einen (Daten-)Speicher, in welchem eine Sequenz von intravaskulären Ultraschallaufnahmen abgespeichert ist, wobei die Ultraschallaufnahmen jeweils durch den Ort (x) ihrer Aufnahme im Gefäß indiziert sind. Die genannten Ultraschallaufnahmen können beispielsweise mit Hilfe einer intravaskulären Ultraschallsonde erzeugt worden sein. Insbesondere können die Aufnahmen aus einer IVUS-Rückzugssequenz stammen, wobei während des Rückzugs der IVUS-Sonde parallel durch eine weitere Bildgebung der jeweilige Aufenthaltsort der IVUS-Sonde im Gefäß bestimmt wird. Letzterer

kann ansonsten auch aus vorhandenen Abbildungen des Gefäßsystems (Angiografien) geschätzt werden.

- b) Einen Dateneingang für Informationen, die (zumindest) einen aktuellen Ort im Gefäß beschreiben. Beispielsweise könnte an diesem Eingang ein Zeigegerät (Maus etc.) ange-  
5 geschlossen sein, mit dem ein Benutzer auf einer Gefäßkarte einen ihn interessierenden aktuellen Ort im Gefäß anzeigt, oder es könnte eine Lokalisierungseinrichtung ange-  
schlossen sein, die z.B. mit Hilfe von Magnetfeldern den aktuellen Aufenthaltsort einer Interventionsvorrichtung an einem Katheter erfasst. Andere Beispiele werden im  
10 Rahmen der Weiterbildungen der Erfindung erläutert werden.
- c) Eine Anzeigevorrichtung wie beispielsweise einen Monitor zur Darstellung von Abbildungen des Gefäßes.
- 15 Die Vorrichtung mit den beschriebenen Komponenten ist ferner dazu eingerichtet, aus dem genannten Speicher mindestens eine Ultraschallaufnahme auszuwählen und auf der Anzeigevorrichtung darzustellen, wobei die Ultraschallaufnahme zum am Dateneingang angezeigten aktuellen Ort im Gefäß passt. Beispielsweise kann eine Ultraschallaufnahme aus dem Speicher ausgewählt werden, deren zugehöriger Aufnahmestandort mit dem aktuellen Ort identisch ist bzw.  
20 hiervon nicht mehr als einen vorgegebenen Abstand entfernt liegt. Die Auswahlfunktion kann in der Vorrichtung z.B. durch einen entsprechend programmierten Mikroprozessor realisiert werden.

Gemäß einem zweiten Aspekt umfasst die Erfindung eine Vorrichtung zur Darstellung eines  
25 Gefäßes bzw. eines Ausschnittes aus einem Gefäßsystem, welches einer zyklischen Eigenbewegung unterliegt. Die wichtigsten typischen Ursachen für eine derartige Eigenbewegung sind der Herzschlag und die Atmung. Die wichtigste typische Ursache für eine Veränderung des Gefäßquerschnitts ist eine krankhafte Verengung. Die zyklische Eigenbewegung soll durch einen (ein- oder mehrkomponentigen) Parameter charakterisierbar sein. Für den Herzschlag

ist dieser Parameter beispielsweise die durch das Elektrokardiogramm (EKG) quantitativ beschreibbare elektrische Herzschlagphase. Die Vorrichtung enthält die folgenden Komponenten:

- 5 a) Einen (Daten-)Speicher, in welchem eine Sequenz von intravaskulären Ultraschallaufnahmen abgespeichert ist, wobei die Ultraschallaufnahmen jeweils durch den zum Aufnahmezeitpunkt gehörenden Wert des Parameters der Eigenbewegung indiziert sind. Die genannten Ultraschallaufnahmen können beispielsweise mit Hilfe einer intravaskulären Ultraschallsonde erzeugt worden sein. Insbesondere können die Aufnahmen aus einer IVUS-Rückzugssequenz stammen, wobei während des Rückzugs der IVUS-Sonde parallel der Parameter der Eigenbewegung (zum Beispiel das EKG) aufgezeichnet und vorzugsweise auch der jeweilige Aufenthaltsort der IVUS-Sonde im Gefäß mit Methoden der oben erläuterten Art bestimmt wird. Letzterer kann ansonsten auch aus vorhandenen Abbildungen der Gefäßsystems (Angiografien) geschätzt werden.

10 b) Einen Dateneingang für den aktuellen Wert des Parameters der Eigenbewegung.

15 c) Eine Anzeigevorrichtung wie beispielsweise einen Monitor zur Darstellung von Abbildungen des Gefäßes.

Die Vorrichtung mit den beschriebenen Komponenten ist ferner dazu eingerichtet, aus dem genannten Speicher mindestens eine Ultraschallaufnahme auszuwählen und auf der Anzeigevorrichtung darzustellen, wobei die gewählte Ultraschallaufnahme zum aktuellen Wert des

- 25 Parameters der Eigenbewegung am Dateneingang passt. Beispielsweise kann eine Ultraschallaufnahme aus dem Speicher ausgewählt werden, deren zugehörige EKG-Phase mit der aktuellen EKG-Phase identisch ist bzw. von Letzterer nicht mehr als einen vorgegebenen Betrag abweicht. Die Auswahlfunktion kann in der Vorrichtung z.B. durch einen entsprechend programmierten Mikroprozessor realisiert werden. Die Vorrichtung kann im Übrigen auch die

Merkmale einer Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung aufweisen, also eine zusätzliche Indizierung der Ultraschallaufnahmen durch ihren Aufnahmeort, einen Dateneingang für einen aktuellen Ort sowie eine zusätzlich auf dem Ort basierte Auswahlfunktion. Aufgrund der analogen Struktur der Vorrichtungen und ihrer Kombinierbarkeit werden spezielle Ausgestaltungen der Erfindung im Folgenden parallel für die "Vorrichtung gemäß dem ersten und/oder zweiten Aspekt der Erfindung" beschrieben.

Die beschriebenen Vorrichtungen gemäß dem ersten und/oder zweiten Aspekt der Erfindung erlauben in Echtzeit während eines medizinischen Eingriffs eine optimale Ausnutzung von Informationen, die in IVUS-Aufnahmen eines Gefäßes bzw. einer Gefäßläsion enthalten sind. Dies wird ermöglicht, indem die Vorrichtung die zu einem aktuellen Ort im Gefäß und/oder zur aktuellen Phase der zyklischen Eigenbewegung passende(n) IVUS-Aufnahme(n) ermittelt und auf der Anzeigevorrichtung darstellt. Der Arzt muss sich somit nicht mit einer eventuell irreführenden statischen Wiedergabe von IVUS-Aufnahmen begnügen, sondern sieht jederzeit die dem tatsächlichen Zustand entsprechenden Bilder. Dies erleichtert ihm die Navigation eines Katheters an die gewünschte Zielposition wie zum Beispiel eine Stenose erheblich.

Wie bereits erwähnt wurde, sind die Ursachen für die zyklische Eigenbewegung von Gefäßen vor allem der Herzschlag und die Atmung. Die Vorrichtung gemäß dem ersten und/oder zweiten Aspekt der Erfindung umfasst daher vorzugsweise ein Elektrokardiografiegerät zur Aufzeichnung eines die Herzphase charakterisierenden (elektrischen) Parameters und/oder einen Atmungssensor zur Aufzeichnung eines die Atemphase charakterisierenden Parameters.

Des Weiteren umfasst die Vorrichtung gemäß dem ersten und/oder zweiten Aspekt der Erfindung vorzugsweise eine intravaskuläre Ultraschallsonde (IVUS-Sonde), mit welcher die im genannten Speicher hinterlegten Ultraschallaufnahmen erzeugt werden können. Wie eingangs erläutert wurde, enthalten derartige IVUS-Aufnahmen wertvolle Zusatzinformationen zur Beurteilung des Zustandes eines Gefäßes.

- Die Vorrichtung gemäß dem ersten und/oder zweiten Aspekt der Erfindung kann ferner einen Röntgenapparat zur Erzeugung von Röntgen-Projektionsabbildungen des Gefäßes enthalten. Der Röntgenapparat kann insbesondere mit einem Dateneingang der Vorrichtung gekoppelt sein, um eine aktuelle Abbildung des Gefäßes in Form einer Röntgen-Projektionsaufnahme
- 5 bereitzustellen. Darauf hinaus können die Röntgenprojektionen auch während der Erzeugung einer (Rückzugs-)Sequenz von IVUS-Aufnahmen verwendet werden, um den jeweiligen Aufenthaltsort der IVUS-Sonde zu ermitteln.
- Bei einer anderen Weiterbildung enthält die Vorrichtung gemäß dem ersten und/oder zweiten
- 10 Aspekt der Erfindung eine Einrichtung zur Injektion von Kontrastmittel in das Gefäß. Durch Kontrastmittelinktionen kann die Darstellung des Gefäßes auf (Röntgen-)Abbildungen erheblich verbessert werden. Insbesondere können unter Verwendung eines Kontrastmittels und einer Röntgenapparatur Angiogramme angefertigt werden.
- 15 Ferner kann die Vorrichtung gemäß dem ersten und/oder zweiten Aspekt der Erfindung einen weiteren Speicher enthalten, in welchem Angiogramme des Gefäßes gespeichert sind, welche jeweils mit dem zu ihrem Aufnahmezeitpunkt gehörigen Wert des Parameter der zyklischen Eigenbewegung gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung indiziert sind. Für jedes der gespeicherten Angiogramme ist somit bekannt, aus welcher Phase der zyklischen Eigenbewe-
- 20 gung es stammt. Die Vorrichtung ist in diesem Falle weiterhin dazu eingerichtet, aus dem genannten weiteren Speicher mindestens ein zum aktuellen Wert des Parameter der Eigenbewegung passendes Angiogramm auszuwählen und auf der Anzeigevorrichtung darzustellen. Die den Gefäßverlauf deutlich darstellenden Angiogramme werden somit in Echtzeit passend zum tatsächlichen Zustand der Eigenbewegung (zum Beispiel Herzschlagphase oder Atemphase)
- 25 auf der Anzeigevorrichtung dargestellt. Vorzugsweise sind die Ultraschallaufnahmen und die Angiogramme im selben physikalischen Speicher an verschiedenen Speicherorten abgelegt.

Bei einer anderen Weiterbildung der Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung weist diese einen Dateneingang für Daten einer aktuellen Abbildung des Gefäßes auf. Diese

- aktuelle Abbildung kann beispielsweise eine Röntgenaufnahme oder eine NMR-Aufnahme des Gefäßes sein. Ferner ist die Vorrichtung dazu eingerichtet, aus einer aktuellen Abbildung des Gefäßes die Position eines interessierenden Objektes (z.B. einer bestimmten anatomischen Struktur oder eines Katheters im Gefäß) zu ermitteln und als "aktuellen Ort" für die Auswahl einer passenden Ultraschallaufnahme aus dem Speicher zu verwenden. Mit anderen Worten werden von den gespeicherten Ultraschallaufnahmen nur diejenigen auf der Anzeigevorrichtung dargestellt, welche das Gefäß im Bereich des Objektes darstellen. Der Arzt erhält somit eine in Echtzeit aktualisierte und der Position eines interessierenden Objektes entsprechende Wiedergabe von Ultraschallaufnahmen, so dass er die darin enthaltene Information optimal verwerten kann. Weiterhin wird vorzugsweise auch die jeweils am Dateneingang anliegende aktuelle Abbildung zusammen mit den intravaskulären Ultraschallaufnahmen auf der Anzeigevorrichtung dargestellt, was dem Arzt eine optimale Beobachtung eines medizinischen Eingriffs erlaubt.
- Wenn wie im vorstehend erläuterten Fall die intravaskulären Ultraschallaufnahmen durch den Ort ihrer Aufnahme indiziert sind, kann die Vorrichtung gemäß dem ersten und/oder zweiten Aspekt der Erfindung ferner dazu eingerichtet sein, eine (beliebige) Abbildung des Gefäßes auf der Anzeigevorrichtung darzustellen und in Bezug auf diese Abbildung die geometrische Lage einer ebenfalls auf der Anzeigevorrichtung dargestellten Ultraschallaufnahme anzuzeigen. Bei der Abbildung des Gefäßes kann es sich zum Beispiel um eine aktuelle Abbildung oder um ein gespeichertes Angiogramm des Gefäßes handeln. Da von jeder Ultraschallaufnahme bekannt ist, an welcher Position des Gefäßes sie erzeugt wurde, kann auf der dargestellten Abbildung des Gefäßes diese Position der Ultraschallaufnahme zum Beispiel durch einen Pfeil oder ein Kreuz markiert werden. Der Benutzer kann dann auf einen Blick erkennen, zu welchem Ort eine dargestellte Ultraschallaufnahme gehört.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Darstellung eines Gefäßes, das die folgenden Schritte umfasst:

- a) Erzeugung einer Sequenz von intravaskulären Ultraschallaufnahmen bei gleichzeitiger Aufzeichnung des zugehörigen Ortes im Gefäß;
- b) Erfassung eines aktuellen Ortes im Gefäß und optional Erzeugung einer aktuellen Abbildung des Gefäßes;
- c) Auswahl mindestens einer zum aktuellen Ort passenden Ultraschallaufnahme;
- d) Darstellung der ausgewählten Ultraschallaufnahme, optional zusammen mit einer aktuellen Abbildung oder einer hierzu passenden gespeicherten Abbildung.

Die Erfindung betrifft darüber hinaus auch ein Verfahren zur Darstellung eines Gefäßes, das einer durch einen Parameter charakterisierbaren zyklischen Eigenbewegung unterliegt. Das Verfahren kann insbesondere mit einem Verfahren der vorstehend genannten Art kombiniert werden und umfasst die folgenden Schritte:

- a) . . . Erzeugung einer Sequenz von intravaskulären Ultraschallaufnahmen bei gleichzeitiger Aufzeichnung des zugehörigen Parameters der Eigenbewegung;
- b) . . . Ermittlung des aktuellen Wertes des Parameters der Eigenbewegung und optional Erzeugung einer aktuellen Abbildung des Gefäßes;
- c) . . . Auswahl mindestens einer zum aktuellen Wert des Parameters der Eigenbewegung passenden Ultraschallaufnahme;
- d) . . . Darstellung der ausgewählten Ultraschallaufnahme, optional zusammen mit der aktuellen Abbildung oder einer hierzu passenden gespeicherten Abbildung.

Die genannten Verfahren implementieren in allgemeiner Form die mit einer Vorrichtung gemäß dem ersten und/oder zweiten Aspekt der Erfindung ausführbaren Schritte. Hinsichtlich einer Beschreibung der Einzelheiten, Vorteile und Weiterbildungen des Verfahrens wird daher auf die obigen Erläuterungen verwiesen.

5

Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figur beispielhaft erläutert. Die einzige Figur zeigt schematisch die Komponenten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Darstellung eines Gefäßes.

- 10 Im linken Teil der Figur ist ein Gefäß(-segment) 2 im Körper eines Patienten 1 dargestellt, wobei es sich zum Beispiel um ein Herzkranzgefäß handeln kann. Vom Gefäß 2 können mit Hilfe einer Röntgenstrahlenquelle 3 und eines Röntgendetektors 7 Röntgen-Projektionsaufnahmen A erzeugt und an eine Datenverarbeitungseinrichtung 8 (Workstation etc.) weitergeleitet werden.

15

- Des Weiteren ist an der Spitze eines Katheters 6 eine IVUS-Sonde 5 zur Erzeugung intravaskulärer Ultraschallaufnahmen I angeordnet. Mit der IVUS-Sonde 5 kann insbesondere eine sogenannte Rückzugssequenz (s. gestrichelte Linien) erzeugt werden, wenn die Sonde 5 mit definierter Geschwindigkeit im Gefäß zurückgezogen wird und dabei in regelmäßigen Zeitschritten abständen Ultraschall-Schnitbilder I erzeugt, die an die Datenverarbeitungseinrichtung 8 übermittelt werden. Die durch eine Koordinate x beschreibbare Position der IVUS-Sonde 5 während einer hiermit erzeugten Aufnahme I kann auf verschiedene Weisen ermittelt werden. So können beispielsweise während der Ultraschallaufnahmen gleichzeitig Röntgenprojektionen angefertigt werden, aus denen die zugehörige Position der IVUS-Sonde 5 bestimmbar ist. Zur Verringerung der Röntgenbelastung für den Patienten 1 können jedoch auch nur am Anfang und am Ende der IVUS-Rückzugssequenz Röntgenprojektionen erzeugt werden, wobei die Positionen der zwischengelegenen IVUS-Aufnahmen aufgrund der definierten Rückzugs geschwindigkeit der Sonde 5 geschätzt werden können.

Des Weiteren ist im linken Teil der Figur noch eine Elektrokardiografie-Einrichtung 4 ange-deutet, mit deren Hilfe sich die elektrische Herzaktivität E (Elektrokardiogramm) aufzeichnen und der Datenverarbeitungseinrichtung 8 zuführen lässt. Das EKG stellt einen Parameter E zur Charakterisierung der Herzschlagphase dar, welche einen dominierenden Einfluss auf den Ort  
5 und die Form des Gefäßes 2 hat.

Die Datenverarbeitungseinrichtung 8 enthält einen Zentralprozessor 9 (CPU), welcher die oben erläuterten Informationen (EKG E, IVUS-Aufnahmen I, Röntgenprojektionen A) empfängt und weiterverarbeitet. Der Prozessor 9 ist mit zwei Speichern bzw. Speicherberei-  
10 chen 10 und 11 (RAM, Festplatte etc.) sowie mit einer Anzeigevorrichtung 12 (Monitor) verbunden.

- Im ersten Speicherbereich 10 sind die IVUS-Aufnahmen I abgespeichert, die bei einer Rück-zugssequenz der IVUS-Sonde 5 erzeugt wurden. Während der Rückzugssequenz wurde  
15 parallel das EKG E aufgezeichnet. Jede der im Speicherbereich 10 abgelegten IVUS-Auf-nahmen lässt sich somit durch die zum Zeitpunkt ihrer Erzeugung vorliegende Herzschlag-phase E sowie den Ort x ihrer Erzeugung indizieren:  $I = I(E, x)$ . Da eine IVUS-Rückzugs-sequenz typischerweise ca. 30 Sekunden dauert (und etwa 10 bis 30 Ultraschallaufnahmen pro Sekunde umfasst), fallen in den Zeitraum der Sequenz ca. 30 Herztakte sowie zwei bis  
20 vier Atemzyklen. Die sensorische Erfassung des Atemzyklus und die Indizierung der Ultra-schallaufnahmen I mit einem entsprechenden Parameter ist aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Figur nicht dargestellt. Sie wird jedoch vorzugsweise ebenfalls vorgenommen und in  
· analoger Weise wie die Charakterisierung durch das EKG E behandelt.
- 25 Der zweite Speicherbereich 11 enthält eine Sequenz von Angiogrammen A\*. Hierbei handelt es sich um Röntgenprojektionen des Gefäßes 2, welche unter Kontrastmittelgabe aufgenom-men wurden. Durch eine parallele Aufzeichnung des EKGs E können die Angiogramme A\* wiederum durch die zugehörige Herzschlagphase (und entsprechend obigen Bemerkungen auch durch einen Atemzyklus) indiziert werden.

- Die Erzeugung der Ultraschallaufnahmen  $I(E,x)$  des Speicherbereiches 10 sowie gegebenenfalls der Angiogramme  $A^*(E)$  des Speicherbereichs 11 erfolgt im Vorfeld eines medizinischen Eingriffs. Während des eigentlichen Eingriffs, z.B. der Platzierung eines Stents mit Hilfe eines Katheters 13, muss der Katheter unter ständiger röntgenfluoroskopischer Beobachtung (jedoch ohne Kontrastmittelgabe, um Belastungen des Patienten zu minimieren) möglichst genau bis zur eigentlichen Stenose vorgeschoben werden. Die exakte Platzierung des Stents hat dabei entscheidenden Einfluss auf den Erfolg des Eingriffs bzw. die Gefahr einer späteren Restenose. Um in diesem Zusammenhang dem Arzt eine optimale Ausnutzung der verfügbaren
- 5 Katheters 13, muss der Katheter unter ständiger röntgenfluoroskopischer Beobachtung (jedoch ohne Kontrastmittelgabe, um Belastungen des Patienten zu minimieren) möglichst genau bis zur eigentlichen Stenose vorgeschoben werden. Die exakte Platzierung des Stents hat dabei entscheidenden Einfluss auf den Erfolg des Eingriffs bzw. die Gefahr einer späteren Restenose. Um in diesem Zusammenhang dem Arzt eine optimale Ausnutzung der verfügbaren
- 10 Informationen in Echtzeit während des Eingriffs zu ermöglichen, ist die Datenverarbeitungseinrichtung 8 durch entsprechende Programme für den Prozessor 9 etc. dazu eingerichtet, die nachfolgend erläuterten Schritte auszuführen.

Zunächst wird wie bereits erwähnt der Katheter 13 unter ständiger fluoroskopischer Beobachtung bis zur Läsion vorgeschoben. Auf jeder von dem Röntgenapparat 3, 7 bereitgestellten aktuellen fluoroskopischen Röntgenaufnahme  $A_t$  wird von der Datenverarbeitungseinrichtung 8 der momentane Aufenthaltsort des Katheters 13 lokalisiert, und die Röntgenaufnahme  $A_t$  wird auf der Anzeigevorrichtung 12 dargestellt. Mit Hilfe des gleichzeitig aufgezeichneten Elektrokardiogramms E kann die zu der aktuellen fluoroskopischen Aufnahme  $A_t$  hinsichtlich der EKG-Phase am Besten passende angiografische Aufnahme  $A^*(E)$  aus dem Speicherbereich 11 ausgewählt und zum Beispiel auf der Anzeigevorrichtung 12 neben der Aufnahme  $A_t$  oder überlagert hierzu dargestellt werden. Einzelheiten einer solchen Kombination von aktuellen fluoroskopischen Aufnahmen und statischen "Gefäßkarten" sind bekannt und müssen daher vorliegend nicht weiter erläutert werden.

15

20

Des Weiteren werden von der Datenverarbeitungseinrichtung 8 passend zur EKG-Phase E der aktuellen Aufnahme  $A_t$  eine oder mehrere IVUS-Aufnahmen  $I(E,x)$  aus dem Speicherbereich 10 ausgewählt. Im dargestellten Beispielfall wurden auf diese Weise drei IVUS-Aufnahmen  $I_1, I_2, I_3$  ermittelt und auf der Anzeigevorrichtung 12 neben dem Bild der aktuellen

Aufnahme  $A_t$  dargestellt. Die zur Herzschlagphase der aktuellen Aufnahme  $A_t$  passende Auswahl von IVUS-Aufnahmen  $I_1, I_2, I_3$  gewährleistet, dass der Arzt auf dem Monitor 12 jederzeit Röntgeninformationen und intravaskuläre Ultraschallinformationen aus derselben aktuellen Herzschlagphase dargestellt bekommt. Auf diese Weise kann er die in den IVUS-Aufnahmen  
5 enthaltenen wichtigen Informationen optimal ausnutzen.

Die auf dem Monitor 12 dargestellten IVUS-Aufnahmen  $I_1, I_2, I_3$  gehören zu verschiedenen bekannten Positionen  $x$  entlang des Gefäßes 2. Wie in der Figur angedeutet ist, kann diesbezüglich dem Arzt zum Beispiel durch Verbindungslinien auf der aktuellen Aufnahme  $A_t$  der  
10 jeweilige Ort der IVUS-Aufnahmen  $I_1, I_2, I_3$  angezeigt werden.

Gemäß einer Abwandlung bzw. Weiterentwicklung des Verfahrens wählt der Prozessor 9 unter den IVUS-Aufnahmen  $I(E, x)$  aus dem Speicherbereich 10 nur eine solche (bzw. einige wenige) aus, die zumindest ungefähr am aktuellen Aufenthaltsort des Katheters 13 erzeugt  
15 wurde. In Abwandlung zur Figur würde daher auf dem Monitor 12 nur die IVUS-Aufnahme  $I_2$  dargestellt, welche dem aktuellen Aufenthaltsort der Katheterspitze 13 entspricht. Der Arzt sieht dann neben dem aktuellen fluoroskopischen Bild  $A_t$  jederzeit den zugehörigen Gefäßquerschnitt am Ort der Katheterspitze. In diesem Zusammenhang kann es sinnvoll bzw. notwendig sein, eine Gewichtung der Auswahlkriterien "passend zum Aufenthaltsort des Objektes" und "passend zur EKG-Phase" vorzunehmen. Das heißt, dass je nach Vorgabe des Anwenders diejenige IVUS-Aufnahme ausgewählt und dargestellt wird, die am Besten zur aktuellen Position des Katheters 13 passt, oder dass diejenige IVUS-Aufnahme ausgewählt und dargestellt wird, die am Besten zur aktuellen Herzphase passt, oder dass eine IVUS-Aufnahme dargestellt werden, bei der ein gewichteter Kompromiss zwischen den vorstehend  
20 genannten Kriterien erfüllt ist.  
25

Abschließend sei noch einmal darauf hingewiesen, dass das beschriebene Verfahren und System vorzugsweise auch eine Berücksichtigung der Atemphase umfasst, welche analog zur Herzphase behandelt wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Darstellung eines Gefäßes (2), enthaltend

- a) einen Speicher (10), in welchem eine Sequenz von intravaskulären Ultraschallaufnahmen (I) abgespeichert ist, wobei die Ultraschallaufnahmen jeweils durch den Ort (x) ihrer Aufnahme im Gefäß (2) indiziert sind;

5 b) einen Dateneingang für Informationen (A), die einen aktuellen Ort im Gefäß (2) beschreiben;

- c) eine Anzeigevorrichtung (12) zur Darstellung von Abbildungen ( $I_1, I_2, I_3, A_t$ ) des Gefäßes (2);

wobei die Vorrichtung dazu eingerichtet ist, aus dem Speicher (10) mindestens eine zum aktuellen Ort im Gefäß (2) passende Ultraschallaufnahme ( $I_2$ ) auszuwählen und auf der Anzeigevorrichtung (12) darzustellen.

2. Vorrichtung zur Darstellung eines Gefäßes (2), das einer durch einen Parameter (E) charakterisierbaren zyklischen Eigenbewegung unterliegt, insbesondere Vorrichtung nach

15 Anspruch 1, enthaltend

- a) einen Speicher (10), in welchem eine Sequenz von intravaskulären Ultraschallaufnahmen (I) abgespeichert ist, wobei die Ultraschallaufnahmen jeweils durch den Wert des Parameters (E) der Eigenbewegung zum Aufnahmezeitpunkt indiziert sind;

b) einen Dateneingang für den Parameter (E) der Eigenbewegung;

20 c) eine Anzeigevorrichtung (12) zur Darstellung von Abbildungen ( $I_1, I_2, I_3, A_t$ ) des Gefäßes (2);

wobei die Vorrichtung dazu eingerichtet ist, aus dem Speicher (10) mindestens eine zum aktuellen Wert des Parameters (E) der Eigenbewegung passende Ultraschallaufnahme ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ) auszuwählen und auf der Anzeigevorrichtung (12) darzustellen.

- 5    3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Elektrokardiografiegerät (4) zur Aufzeichnung eines die Herzphase charakterisierenden Parameters (E) und/oder einen Atmungssensor zur Aufzeichnung eines die Atemphase charakterisierenden Parameters enthält.
- 10    4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine intravaskuläre Ultraschallsonde (5) zur Erzeugung der im Speicher (10) hinterlegten Ultraschallaufnahmen (I) enthält.
- 15    5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Röntgenapparat (3, 7) zur Erzeugung von Projektionsabbildungen des Gefäßes (2) enthält.
- 20    6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Einrichtung zur Injektion von Kontrastmittel in das Gefäß (2) enthält.
- 25    7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen weiteren Speicher (11) enthält, in dem mit einem Parameter (E) einer Eigenbewegung des Gefäßes (2) indizierte Angiogramme ( $A^*$ ) des Gefäßes (2) gespeichert sind, und dass die Vorrichtung dazu eingerichtet ist, aus dem weiteren Speicher (11) mindestens ein zum aktuellen Wert des Parameters (E) der Eigenbewegung passendes Angiogramm ( $A^*$ ) auszuwählen und auf der Anzeigevorrichtung (12) darzustellen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Dateneingang für eine aktuelle Abbildung ( $A_t$ ) des Gefäßes (2) enthält und dazu eingerichtet ist, aus der aktuellen Abbildung ( $A_t$ ) als aktuellen Ort die Position eines interessierenden Objektes (13) zu ermitteln.

5

9. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die intravaskulären Ultraschallaufnahmen im Speicher (10) jeweils durch den Ort (x) ihrer Aufnahme im Gefäß (2) indiziert sind, und dass die Vorrichtung dazu eingerichtet ist, eine Abbildung ( $A_t$ ) des Gefäßes (2) auf der Anzeigevorrichtung (12) darzustellen und in dieser Abbildung die geometrische Lage einer ebenfalls auf der Anzeigevorrichtung (12) dargestellten Ultraschallaufnahme ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ) anzuzeigen.
- 10

10. Verfahren zur Darstellung eines Gefäßes (2), umfassend die Schritte:

- a) Erzeugung und Speicherung einer Sequenz von intravaskulären Ultraschallaufnahmen (I) bei gleichzeitiger Aufzeichnung des zugehörigen Ortes (x) im Gefäß;
- b) Erfassung eines aktuellen Ortes im Gefäß;
- c) Auswahl mindestens einer zum aktuellen Ort passenden Ultraschallaufnahme ( $I_2$ );
- d) Darstellung der ausgewählten Ultraschallaufnahme ( $I_2$ ).
- 20 11. Verfahren zur Darstellung eines Gefäßes (2), das einer durch einen Parameter (E) charakterisierbaren zyklischen Eigenbewegung unterliegt, insbesondere Verfahren nach Anspruch 10, umfassend die Schritte:
- a) Erzeugung und Speicherung einer Sequenz von intravaskulären Ultraschallaufnahmen (I) bei gleichzeitiger Aufzeichnung des zugehörigen Parameters (E) der Eigenbewegung;
- b) Erfassung des aktuellen Wertes des Parameters (E) der Eigenbewegung;
- 25

- c) Auswahl mindestens einer zum aktuellen Wert des Parameters (E) der Eigenbewegung passenden Ultraschallaufnahme ( $I_1, I_2, I_3$ );
- d) Darstellung der ausgewählten Ultraschallaufnahme ( $I_1, I_2, I_3$ ).

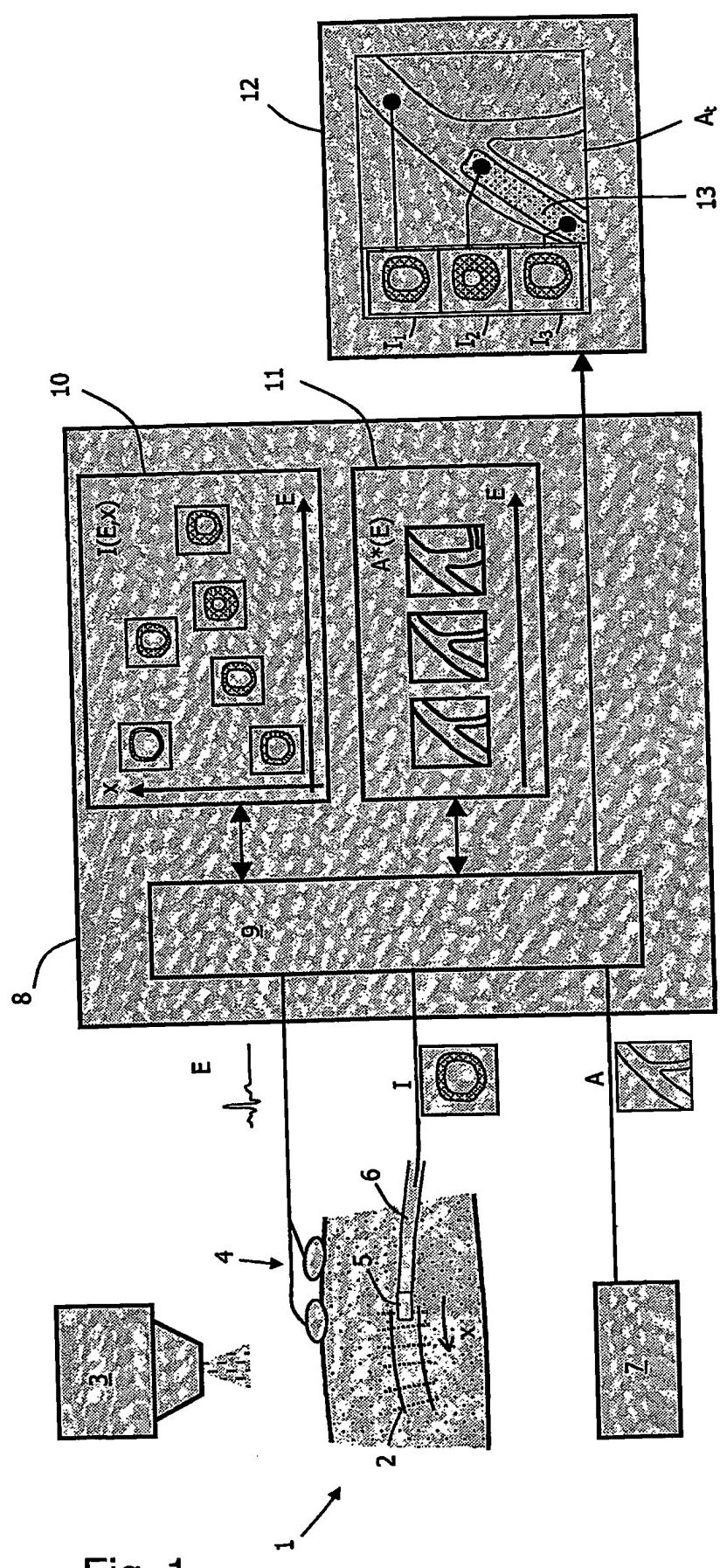
## ZUSAMMENFASSUNG

Vorrichtung und Verfahren zur Darstellung von Ultraschallaufnahmen eines Gefäßes

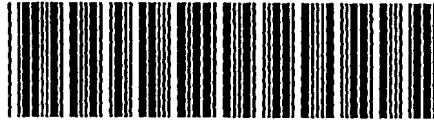
- Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Darstellung eines Gefäßes (2) unter Zuhilfenahme von intravaskulären Ultraschallaufnahmen (I). Dabei wird mit einer
- 5 Sonde (5) eine Sequenz von intravaskulären Ultraschallaufnahmen (I(E,x)) erzeugt und durch den zugehörigen Ort (x) der Erzeugung sowie die zugehörige Herzschlagphase (E) und/oder Atemphase indiziert in einem Speicher (10) abgelegt. Während eines anschließenden medizini-  
10 schen Eingriffs können aus dem Speicher (10) solche Ultraschallaufnahmen (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>) ausge- wählt und auf einem Monitor (12) dargestellt werden, die der Herzschlagphase einer aktuellen fluoroskopischen Aufnahme (A<sub>t</sub>) bestmöglich entsprechen bzw. die zum aktuellen Aufenthalts-  
ort eines Katheters (13) gehören.

Figur

PHDE030317 EPP



PCT/IB2004/051525



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**